



TITLE:

産地を異にするコクゾウ類の生理生態的特性について

AUTHOR(S):

里見, 綽生

CITATION:

里見, 綽生. 産地を異にするコクゾウ類の生理生態的特性について. 防虫科学 1955, 20(2): 55-61

ISSUE DATE:

1955-05-30

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/156895>

RIGHT:

- (4) 長沢純夫: 防虫科学 18, 183-192 (1953).
 (5) 大岩俊彦・篠原照己・竹下康彦・大野 稔: 防虫科学 18, 142-169 (1953).

Résumé

As the result of graphic analysis on recovery time of adults of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macq., from the knock down paralysis due to the spraying with pyrethrins kerosene solution the following facts were ascertained, namely - the logarithms of this period were distributed symmetrically and normally, therefore the recovery time is suitable to express in logarithms for purpose of analysis of data, almost the same result was obtained

when the recovery time was expressed in the logarithms of rate, but these symmetry and normality were not obtained when the actual time or rate was adopted to express the recovery time. When the experiments are carried out using the many organisms, it is suitable to use the method of periodic observation of logarithmic scale, and also when the recovery times of many organisms were observed if the total of test individuals was large, the data should be grouped at the suitable logarithmic scale to reduce the labour of computation. The recovery percentage of female from the knock down paralysis of pyrethrins was greater than that of male at the exposure of same concentration.

A Comparative Study of Some Physiological and Ecological Characters of the Rice Weevils, *Calandra oryzae* L. and *C. sasakii* Takahashi Collected from Different Districts of the World. HIROWO SATOMI (Entom. Lab., Kyoto U.) Received May 9, 1955, *Bo'yu Kagaku* 20, 55, 1955 (with English résumé 61).

9. 産地を異にするコクゾウ類の生理生態的特性について* 里見綿生 (京都大学 農学部 昆虫学研究室) 39. 5. 9 受理

世界各地産のコクゾウ *Calandra oryzae* および コクゾウ *C. sasakii* の5つの系統の増殖率, 産卵前期間および生存期間を種々な温度および棲息密度の下で比較した。5系統間の増殖率と生存期間に対する密度効果の大小は体の大きさの順序と平行的であった。このことからコクゾウはコクゾウよりも, コクゾウの中で台湾, 日本産のものはオーストラリア, カナダ産のものよりも, それぞれ貯穀害虫としてよりよく貯蔵環境に適応したものと考えられた。

I. 緒 論

コクゾウ *Calandra oryzae* L. は貯蔵穀物の重要な害虫として広く世界に分布するが, これには2つの異った form があることが知られ, BIRCH (1944), RICHARDS (1945) は体型の大小によつてそれらを "small strain" 及び "large strain" とした。我国に於いてはこれより早く佐々木 (1899) が small strain に相当するものをヨツモンコクゾウ *Calandra oryzae* var. *minor* として発表し, また高橋 (1928) はコクゾウ *Calandra sasakii* TAKAHASHI なる別種として記載している。BIRCH 等も, この2つの strain は形態的には似ているが, 生理的特徴に於いて異つて居り, 両者の交配はほとんど不可能であつて, いわゆる sibling species に属するものと考えている。

河野 (1952) は, 世界の各地から我国に輸入された穀

物中に発見されたコクゾウ類を集めて飼育研究したが, これらが, 体長, 雌雄の体長の比, 後翅長, 發育日数等に, 夫々固定的な違いがあることを見出している。

私はこれらのコクゾウ類の諸系統の生理生態的な性質を比較研究し, それらの間の差を見出し, その差が各系統の分布や増殖加害に關連してどういう意味をもつかを考察する目的で, 以下の実験を行つた。即ち, 日本のコクゾウ (BIRCH の large strain と考えられる。以下 JL と略する。), Canada の small strain (CA), Australia の small strain (AU), 台湾の small strain (FO), 日本のコクゾウ (small strain に相当する。Js) の5系統を同一条件下で飼育し, それらの増殖率, 産卵前期間及び生存期間を, 特に棲息密度と温度の影響

* Contribution from the Entomological Laboratory, Kyoto University. No. 247

害を考慮して調査した。

本文に入るに先立つて、終始かわらず御指導を頂いた内田教授及び河野助教授に心から御礼を申し上げますと共に、いろいろと御援助下さった京都大学昆虫学研究室の各位にも深く感謝の意を表したい。

II. 実験材料

本実験に用いたコクゾウ類のうち、JL と Js とは京都大学昆虫学研究室でこれまで継続飼育してきた系統である。CA, AU 及び Fo は 1951~52 にそれぞれの国からの輸入米麦中に発見されたもので、農林省神戸植物防疫所大阪支所の好意により許可を得て移入し、その後当研究室に於いて引続き飼育したものである。なおこれらの系統について河野が調べた休長、発育日数を調べると第1表のようである。

Table 1. Body length and duration of immature stage (河野, 未発表)

Strain	Country	Body length (mm.)	Duration of immature stage (days)
Large strain	Japan (JL)	2.760	22.2
	Canada (CA)	2.492	24.8
Small strain	Australia (AU)	2.436	25.1
	Formosa (Fo)	2.329	24.2
	Japan (Js)	2.260	26.2

コクゾウ類の飼料は、1953年度京都産水稻「京都旭」の玄米で、食塩の飽和溶液を入れた乾燥器中に長く貯蔵したものをを用い、その含水量は約15.0%であった。

実験に際しては何れも羽化脱出後24時間以内の成虫を選び、試験管の容積の約半量の玄米を入れて食物とし且つ之に産卵させた。試験管は細かい金網で口を被い、ゴム紐を以て止め、水平に保つた。増殖率及び産卵前期間の実験に用いた試験管は内径1.8cm、長さ16.5cmで12.5gr.、約620粒の米を容れ、生存期間の実験に用いたものは内径2.0cm、長さ18.5cmで15gr.、約630粒の米を容れた。

、III. 増殖率

増殖に関してこれら系統の間に如何なる差が見られるかを調べるため、第2表のように環境温度と成虫密度をいろいろに変えた場合

について、次代成虫の羽化脱出数を調べた。関係湿度は30°Cでは50—60%、20°Cでは特に厳密な調節をしなかつたが、ほぼ80—100%の範囲内にあつた。

この調査では成虫の産卵前期間や羽化後の経過に伴う産卵数の変動をもうかがえるように、各区とも実験開始後最初の10日間は1日おきに、その後は7~8日毎に親虫を新しい米を入れた試験管に移し、それぞれの期間に対応する管毎にその後の羽化脱出虫数を調べた。この調査は成虫の全生存期間に対して行うことができず、32日でうち切つた。

増殖率としては1世代間の1雌当次代成虫数をもつてするのが普通であるが、コクゾウ類成虫はかなり長期間生存し産卵を続けるので、世代が重なり調査が困難である。そこでここでは一定期間内の1雌1日当次代成虫数をもつて増殖率とした。

5系統間の増殖率を比較すると、その時間的変動の傾向には有意な差は認められないが、成虫密度との関係においてある特徴がみられるようである。実験期間中の1雌当次代成虫総数を示した第2表によれば、先ず密度2の区では増殖率は $AU > CA > JL > Js > Fo$ の順であるが、密度8の区では $AU = CA > Js > JL > Fo$ の順になり、密度32の区では Js が最大となり、密度2の区で最高値を示した AU は逆に最小となつて、CA, Fo, JL は両者の中間のほぼ同じ値を示す。

いずれの系統においても増殖率は密度の増加と共に減少する傾向がみられるが、増殖率に対する密度効果は系統によつてその程度を異にする。密度効果を表す実験式として $y = ax^b$ なる式が FARR の式として知られているが (y : 増殖率, x : 密度, a と b は恒数), この式の両辺の対数をとると $\log y = \log a + b \log x$ となり、この回帰線の傾斜 b の値は密度効果の大小を表わす指数とみなすことができる。

Table 2. Number of progeny weevils produced per female which laid eggs during the first 32 days period of its life.

Population density		Temperature °C	No. of replication	Strain				
Male	Female			JL	CA	AU	Fo	Js
1	1	30 ± 0.2	5	205.8	224.4	257.8	128.8	145.0
4	4	30 ± 0.2	3	115.8	171.9	180.7	88.1	133.8
32		30 ± 0.2	2	78.3	90.6	72.8	87.7	113.0
1	1	20 ± 1	5	56.2	111.0	119.0	42.5	71.0

今、安定した増殖率のみられた実験開始後10—17日、25—32日の2週間のみについて平均1雌当次代成虫数を求め、5系統の密度効果の程度を b の値によつて比較してみると第1図のようになる。

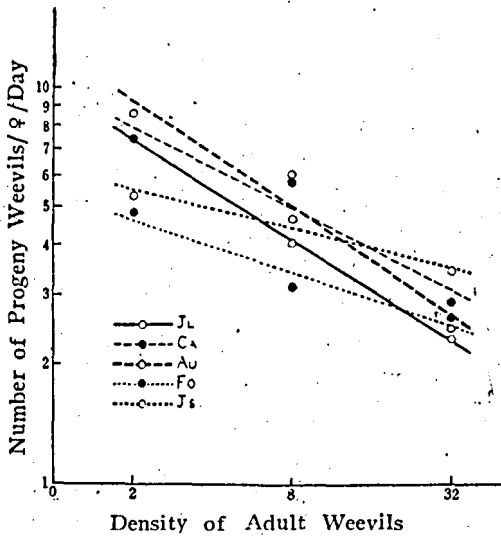


Fig. 1. Relationship between the initial density of population and the number of progeny weevils per female per day represented in logarithmic scale.

即ち b の値は $AU > JL > CA > FO > JS$ の順になり、密度効果の大小はこれによつて推知され得る。

気温 20°C 区(密度2)では何れの系統に於いても 30°C に比して著しい増殖率の減少がみられるが、その減少の割合の系統による差はこれだけの資料では明らかでない。実験開始後32日間の産卵による1雌当次代成虫数を以つて増殖率を比較すれば第2表の如くであり、 $AU > CA > JS > JL > FO$ の順となる。

IV. 産卵前期間

前項の実験の結果から同時に凡その産卵前期間が推定される。 30°C に於ける産卵前期間は JL が他の系統より少々長いように思われるが、羽化脱出後3—4日後にはどの系統でも産卵が見られ、産卵前期間にそれ程有意な差は見られない。 20°C 区(密度2)ではいずれの系統に於いても産卵前期間は長くなり、 AU 、 CA は少くとも4—5日、 JS は6—7日、 JL 、 FO は8—9日である。

V. 成虫生存期間

この実験は次のような目的をもつて3通りの温度条件下で行つた。即ち、a) 恒温条件下に於ける生存期間の比較、b) 越冬の問題に関連して、漸次気温が降

下した場合、死亡率が急激に増大するに至る温度に差があるかどうか、c) 30°C から急に低温に移した場合の生存期間の比較、である。各実験に最初の密度が200, 100, 10 (5対)の3区を設け、各系統について夫々1, 1, 5回のくりかえしを行つた。米は2週間毎

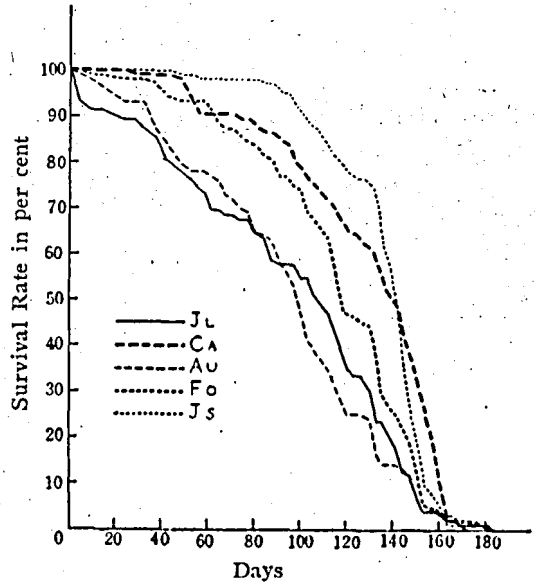


Fig. 2. The adult survival rate at 30°C .

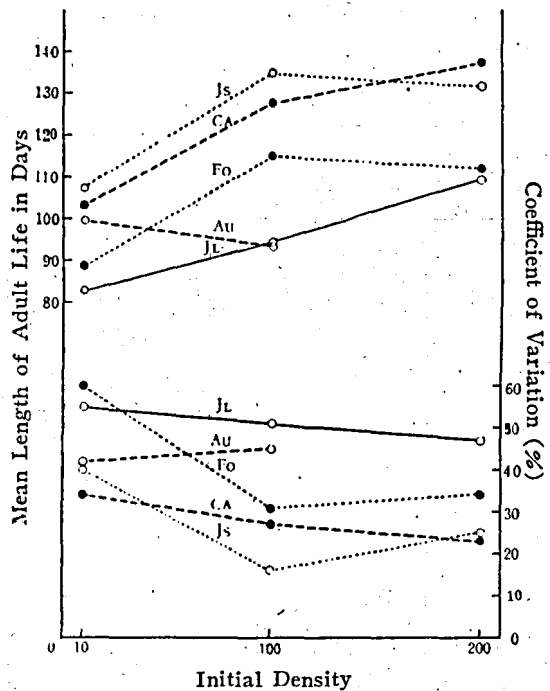


Fig. 3. Relation between initial density and mean length of life and its coefficient of variation.

に新しいものと交換したが、c)の実験では一度も交換しなかった。大体3～5日目毎に全試験管を検査し、死亡した個体を取除き、雌雄別に記録した。

a) 恒温条件下の生存期間

温度30°C、関係湿度50-60%の恒温室内で飼育した。

各系統の生存率の時間的変化を密度100の区について図示したのが第2図である。また第3図は最初の密度と平均生存期間及び生存期間の変異係数との関係を示したものである。

第3図によれば、密度200の区(AUは事故のため途中までしかデータがない)では、平均寿命は $CA \approx Js > Fo \approx JL$ の順であり、最初の密度100の区では $Js > CA > Fo > JL > AU$ となり、最初の密度10の区では $Js > CA > AU > Fo > JL$ の順で、全区を通じてみると、Js, CAが最も長く、Foが次に位し、AU, JLは最も短いようである。最初の密度10の区と100の区との間では平均寿命の増加の割合は、 $Js \approx Fo > CA > JL > AU$ の順に大であるが、密度100の区と200の区との間ではこの順序が完全に逆転して $JL > CA > Fo \approx Js$ となる。云いかえると、JL, CAでは密度10から密度200迄平均寿命はほとんど直線的に増加しているが、Fo, Jsでは最初の密度が100から200に増した場合に寧ろ減少している。変異係数は逆に最初の密度の増加と共に減少するが、この減少の割合についても、平均寿命の増加の割合についてと全く同じこ

とが云える。即ち、密度の変化に伴って変異係数は平均寿命と反比例的に増加する。

系統間の差に於いても、また異つた密度間の差に於いても、平均寿命の延長は最大生存日数の増加によるものではなく、平均寿命の長い区では、初期の死亡率が小さく、或時期に到つて急激に死亡率が増加して、それから短時間に全個体が死亡する、つまり生存率曲線がPEARLのいうrectangular typeに近づくことによるものであることがわかる。これに反して比較的寿命の短い区に於いては生存率曲線はほぼ直線的となる。この関係を明らかにするために、平均寿命に対する最大生存期間の比率を計算してみると第3表のよう

Table 3. Ratio of total life span to mean length of adult life. (mean length of life = 100)

Strain	JL	CA	AU	Fo	Js
I. D.					
200	165	132		148	130
100	194	142	182	157	125
10	200	167	153	203	165

I. D. = initial density

になる。平均寿命を100とすれば、生存率曲線が直線の場合にはこの指数は200になり、値が100に近づくほどrectangular typeに近づくわけである。

次に雌雄による差をみると、系統及び最初の密度の

Table 4. The mean length of adult life in days at 30°C and 50-60% relative humidity.

Initial Density		200			100			10		
	Strain	Mean	s. d.	C. V.	Mean	s. d.	C. V.	Mean	s. d.	C. V.
Male	JL	125.3	± 49.7	40%	113.5	± 41.3	36%	100.9	± 46.4	46%
	CA	138.8	± 35.3	25	141.1	± 29.1	21	118.6	± 43.9	37
	AU				116.0	± 37.8	33	124.9	± 30.0	40
	Fo	125.2	± 33.6	27	129.2	± 30.9	24	117.1	± 55.2	47
	Js	141.0	± 29.3	21	141.6	± 17.9	13	129.0	± 55.8	43
Female	JL	93.8	± 49.4	53	78.9	± 47.7	60	64.3	± 38.6	60
	CA	135.5	± 28.1	21	117.5	± 35.6	30	87.4	± 25.0	29
	AU				70.9	± 32.0	45	70.5	± 33.0	47
	Fo	100.5	± 39.2	39	95.9	± 31.1	32	60.1	± 31.8	53
	Js	125.2	± 34.9	28	128.3	± 24.0	19	91.9	± 28.6	31
Total	JL	109.5	± 51.8	47	94.5	± 48.0	51	82.6	± 45.5	55
	CA	137.3	± 31.6	23	127.8	± 34.9	27	103.0	± 38.2	34
	AU				93.5	± 41.7	45	99.4	± 41.5	42
	Fo	112.0	± 38.6	34	115.0	± 35.2	31	88.6	± 52.9	60
	Js	131.8	± 32.8	25	135.0	± 22.1	16	107.2	± 43.1	40

s. d. = standard deviation

C. V. = coefficient of variation

如何を問わず生存期間は雄の方が長い、雌雄の差の大きさについては、系統及び最初の密度によつてかなり相違する(第4表)。そして Js, Fo, CA に於ける最初の密度の増加に伴う平均寿命の延長は、雌の寿命の延長に基く部分が大きく、また高い密度の下では系統間の差異も主として雌の寿命の差によるものである。雌雄の差の大きさについては産卵率との関係が先ず考えられる。Au の雌雄差が特に大きいことや、各系統を通じて密度の低い区に差が大きいことは、この考えを裏付けるかのようであるが、もしそうとすれば増殖率に対する密度効果の大きい Au に於いては密度の減少に伴つて雌雄の差が大となるべきであり、また Js, Fo に於いては最初の密度が低い場合にも雌雄の差は比較的少いはずであるが、事実はそうなっていない。増殖率に対する密度効果を産卵率の減少によるよりも寧ろ共喰いの結果であると考えても、Js, Fo の場合は説明できない。Js, Fo の密度10の区はデータの得られた個体数が少いし、また増殖率の調査も生存期間のごく初期に限られているので、雌の寿命と増殖率との相関については今後の研究に俟ちたい。雄の寿命も密度の増加と共に増しているが、その割合は雌に比して小である。

b) 温度が漸次降下した場合

この実験は冷蔵庫内で行つたが、庫内の気温は季節の推移による外界の気温の変動に伴つて変化し、7月8-10日の実験開始当初の約20°Cから、最後の1頭が死亡した12月25日の約4°Cに到るまで徐々に下降した。

死亡率が急激に高まり始める気温の系統による差については、生存率曲線から客観的な判断を下し得るほど大きな差はみられず、実験開始後95日前後、冷蔵庫内の気温10-7°Cの時期に到つて急激に死亡虫数が増し始める。

実験に使用した個体数の50%が死亡する時期をみると、これは系統、最初の密度及び雌雄によつて若干の相違がみられる(第5表)。

先ず系統間の比較をすると、最初の密度200の区では $J_L > CA > Fo \approx Js > Au$ であり、最初の密度100の区では $J_L > Js > CA > Au \approx Fo$ 、最初の密度10の区では $J_L > CA \approx Js > Au \approx Fo$ である。全系統を通じて最初の密度の高い区に於いて死亡率50%に達する時期が遅く、雄は雌よりも生存期間が長い。

c) 急激に温度を低下させた場合

9-14日間30°Cの恒温室で飼育した後、約4-7°Cの冷蔵庫に移した。

結果を低温下に移してから50%の個体が死亡する迄の日数によつて示すと第6表のようになる。即ち最初

Table 5. Mean lethal time in days of adult weevils at the declining temperature in an ice-box.

	Initial Density	Mean lethal time in days				
		JL	CA	AU	Fo	Js
Male	200	129.7	114.4	108.5	114.2	112.4
	100	129.3	114.5	108.8	108.6	116.9
	10	126.8	108.2	106.6	104.7	109.0
Female	200	130.5	113.6	106.3	109.1	108.4
	100	127.3	109.7	104.6	103.0	109.9
	10	123.0	105.0	100.7	100.2	102.8
Total	200	130.0	114.1	107.5	111.8	109.8
	100	128.0	113.4	107.4	106.2	114.2
	10	123.7	106.8	102.5	101.9	106.6

Table 6. Mean lethal time of adult weevils at the low temperature 4-7°C.

	Initial Density	Mean lethal time in days				
		JL	CA	AU	Fo	Js
Male	200	49.2	24.6	19.3	10.0	25.7
	100	43.6	23.5	15.0	14.4	25.7
	10	33.2	11.0	10.9	9.0	16.3
Female	200	28.7	24.2	17.6	9.2	15.6
	100	23.9	19.5	9.7	5.1	13.1
	10	14.8	6.5	4.5	4.0	5.3
Total	200	41.5	24.4	17.4	9.6	20.0
	100	29.9	21.6	11.5	9.9	20.5
	10	19.3	8.7	7.8	5.8	10.4

の密度200の区では $J_L > CA > Js > Au > Fo$ の順に生存期間が長く、密度100の区では $J_L > CA \approx Js > Au \approx Fo$ の順であり、密度10の区では $J_L > Js > CA > Au \approx Fo$ の順となる。最初の密度の如何を問わず、 J_L (large strain) は他の系統 (small strain) に比して明らかに長い生存期間を示す。一般に雌雄の間では雄は雌よりも生存期間が長い。また最初の密度の高い区に於いて低い区よりも生存期間が長い、密度の増加による生存期間の延長の程度は系統によつて異なり、50%が死亡するに到る日数と密度との関係を図示すると第4図のようである。30°Cの場合と同じく、Auでは密度10の区と100の区との間の増加の割合よりも、100の区と200の区との間の増加の割合の方が大きく、 J_L では密度10から200までほとんど直線的に増加し、Js, Fo では最初の密度が100から200に増加すると生存期間は却つて減少し、CAは J_L とFoの中間に

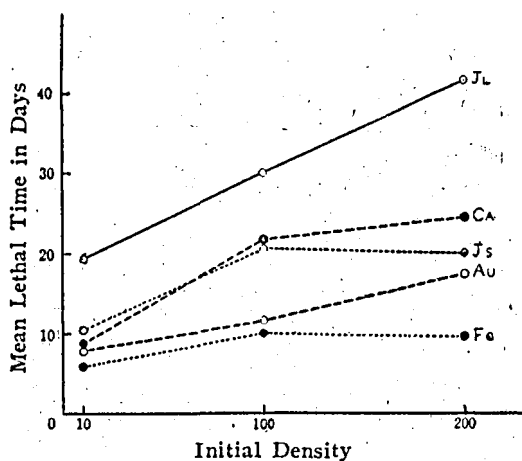


Fig. 4. Relation between initial density and mean lethal time of weevils at low temperature.

位する。また密度10から密度200までを通じると、JL, CAに生存期間の延長の程度が大で、Js, Au, Foでは小である。

VI. 考 察

河野は5系統の体長が $JL > CA > AU > Fo > Js$ の順に大であるとしたが(第1表), 河野, 桐谷の研究によると, JL及びsmall strainの中でもCA, AUはいわゆるcross infestationの段階にあるのではないかと推定され, これに反してFo, Jsは完全に倉庫の害虫であると考えられている。体の大きさの変化も, コクゾウ類が倉庫という環境に適応することによって次第に体が小さくなったというのである。

増殖率に対する密度効果の大小は $AU > JL > CA > Fo > Js$ の順となつたが, 生態的地位がよく似たもの間では, 密度効果の大小はその昆虫が群棲生活によく適応しているかどうかを示すものと考えられ, この順序は同時に貯蔵害虫としての適応の過程を示すものではないかと考えられ, 河野等の研究結果と大体一致するようである。

産卵前期間がJLに於いて最も長いことも, JLがまだ倉庫の害虫になりきつていないことを示すものではなからうか。しかし20°Cに於いてはFoがJLと共に最も長い産卵前期間を有し, Jsがこれらに次いで長く, AU, CAは最も短い。Foの低温下での生存期間が最も短いことと共に, Foは低温に弱いと云えようである。

30°Cに於ける生存期間に対する密度効果が最初の密度100の区を境にしてその前後で逆転することは興味深い。殊に最初の密度10の区と100の区との間の平均寿命の増加の割合にみられる順序は, 増殖率に対す

る密度効果の程度の順序と全く反対である。つまり増殖率に対する密度効果の小さい系統ほど, 密度が10から100に増した場合の生存期間の増加率が大きく, 逆に変異係数は小さくなる。また4~7°Cの低温下に於いても生存期間に対する密度効果が密度100の区を境にして変るが, 各系統についてみるとその変化の仕方が30°Cでの場合と極めてよく似て居る。5系統の増殖率及び生存期間に対する密度効果の大小順は互に平行的であり, またAUを除き体の大きさの順序とも平行的で, このことは生態学的にみて意味のあることと思われる。

AUはsmall strainの中では特異な位置を占め, 増殖率及び生存期間に対する密度効果についてみると, 寧ろJLに近い特徴を示す。JLがsmall strainに属する他の系統と明瞭に区別されるのは低温下での生存期間及び30°Cに於ける産卵前期間についてのみで, 増殖率及び30°Cに於ける生存期間に関してはsmall strainと移行的である。

私の調査した生理生態的特性を総合して考えると, 5つの系統の間には互に明瞭な差が認められるようである。

VII. 摘 要

1) 産地を異にするコクゾウ *Calandra oryzae* L. 及びコクゾウ *Calandra sasakii* TAKAHASHI の5つの系統, 即ち, 日本のコクゾウ (large strainに相当する, JL), Canada (CA), Australia (AU), 台湾 (Fo) の各コクゾウのsmall strain及び日本のコクゾウ (small strainに相当する, Js) の増殖率, 産卵前期間及び生存期間を種々温度及び密度の下で比較した。

2) 30°Cに於いて, 5系統の増殖率の大小は棲息密度によつて異り, 増殖率に対する密度効果を表すFARRの式に於ける恒数bの絶対値は, $AU > JL > CA > Fo > Js$ の順に大である。棲息密度が玄米約12.5gr. 当1対の場合, 20°Cでは30°Cに於けるよりも著しい増殖率の減少が見られる。

3) 産卵前期間は, 30°Cに於いてはJLが最も長い。20°Cになるとどの系統に於いても産卵前期間は増大するが, JL, Foが最も長く, 次いでJsが長く, AU, CAは最も短い。

4) 30°Cに於ける平均生存期間は, 概してJs, CAが最も長く, Foが中間に位し, AU, JLは最も短い。棲息密度によつて若干大小順が異り, 各系統についてそれぞれ特徴のある密度効果がみられる。一般に密度の増加に伴つて平均生存期間は長くなる傾向があり, その変異係数は平均生存期間と反比例的に変化する。雄は雌と比べて生存期間が長い。雌雄の差の大

きさは系統及び密度によつて異り、また雌の生存期間の系統間及び密度による差は、雄のそれよりも大きい。

5) 気温が漸次低下した場合、死亡率が急激に高まるに到る温度は $10-7^{\circ}\text{C}$ で、系統間に大差は無かつた。

6) 30°C から急に $4-7^{\circ}\text{C}$ の低温下に移した場合の生存期間は、一般に $\text{JL} > \text{CA} \approx \text{Js} > \text{AU} \approx \text{Fo}$ の順に大であるが、やはり密度によつて若干異り、各系統についての密度効果の現われ方は 30°C の場合とよく似た傾向を示す。

7) 5系統間の増殖率及び生存期間に対する密度効果の大小関係は、体の大きさの順序と平行的で、これらの順序から、small strain は JL (large strain) に比べて、また small strain 中でも Fo , Js は AU , CA に比して貯穀害虫として倉庫という環境によりよく適応したものではないかと思われ、分布及び増殖加害という見地からみてもこれらの系統の間には明らかに差がある。

Summary

1) Five strains of the rice weevils collected from different districts of the world, that is, *Calandra oryzae* L. from Japan (large strain, JL), Canada (small strain, CA), Australia (small strain, AU) and Formosa (small strain, Fo) and *Calandra sasakii* TAKAHASHI (corresponding to small strain, Js) were compared with each other in some ecological characters such as, rate of reproduction, preovipositional period and length of adult life under different conditions of temperature and different densities of population.

2) Under the conditions of 30°C and 50–60% relative humidity, their rates of reproduction change with population densities, and the absolute values of the coefficient b in FARR's formula which represent the density effect on the rate of reproduction do not take a constant value and change in such a descending order as $\text{AU} > \text{JL} > \text{CA} > \text{Fo} > \text{Js}$. At density of 1 pair per 12.5 gr. of rice their rates of reproduction fall with decreasing temperature from 30°C to 20°C .

3) At 30°C preovipositional period is longest in JL . It is longer at 20°C than at 30°C in every strain: that of JL and Fo is long, that of AU and CA is short, and that of Js lies between them.

4) At 30°C , the mean length of adult life of Js and CA is long, that of AU and JL short, and that of Fo lies between them, though this order changes a little with population densities. Effect of density on the mean length of adult is different in each strain. Adult life becomes long with increasing densities, and the coefficient of variation of it changes in inversely proportional to it. Male duration of it is longer than that of female. Its difference between male and female differs among strains and with densities. Differences of mean length of adult life among strains and with densities are larger for female than for male.

5) At declining temperature, the temperature at which mortality suddenly becomes high is $10-7^{\circ}\text{C}$ which differs little among five strains.

6) When weevils are removed suddenly from 30°C to low temperature $4-7^{\circ}\text{C}$, length of adult life of five strains takes such an order as $\text{JL} > \text{CA} > \text{Js} > \text{AU} > \text{Fo}$. This order changes with densities and this effect on length of adult life in each strain represents similar trend to that obtained at 30°C .

7) The orders of density effect on the rate of reproduction and on the length of adult life among the five strains are parallel with the order of their body size.

8) By these results obtained it seems probable that the small strain is more adapted to the life in stored grain, and among the strains belonging to the small strain Fo and Js are more adapted than AU or CA .

VIII. 引用文献

- (1) Birch, L. C. (1944) Two Strains of *Calandra oryzae* L. Austral. J. exp. Biol., 22: 271–275.
- (2) Pearl, R. (1928) The Rate of Living. London.
- (3) Richards, O. W. (1945) The Two Strains of the Rice Weevil. Trans. R. ent. Soc. London, 94: 187–200. (R. A. E., 33: 361.)
- (4) 佐々木忠次郎(1899) 日本農作物害虫論.
- (5) 高橋 奨(1928) 作物害虫論.